

## JURNAL

# PEMANFAATAN BAKTERI INDIGENUS DALAM REMEDIASI LIMBAH CAIR BINATU “X” DENGAN MEDIA LUMPUR AKTIF

Disusun oleh :  
**Arum Wulan Wijayanti**  
NPM : 120801289



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
YOGYAKARTA  
2016**

# **PEMANFAATAN BAKTERI INDIGENUS DALAM REMEDIASI LIMBAH CAIR BINATU “X” DENGAN MEDIUM LUMPUR AKTIF**

## **THE UTILIZATION OF INDIGENOUS BACTERIA IN REMEDIATION OF LAUNDRY LUQUID WASTE “X” WITH ACTIVE MUD MEDIUM**

Arum Wulan Wijayanti<sup>1\*</sup>, L. Indah M Yulianti<sup>1</sup>, A. Wibowo Nugroho J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

\*arumwulan19@gmail.com

### **INTISARI**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri indigenus dalam meremediasi limbah binatu Variasi perlakuan berupa penambahan isolat AW1, penambahan isolat AW2 dan penambahan isolat campuran dengan tiga kali pengulangan untuk setiap perlakuan. Isolasi bakteri dari limbah binatu didapatkan 2 isolat bakteri dominan yaitu isolat AW1 yang diperkirakan termasuk pada genus *Enterobacter* dan isolat AW2 yang diperkirakan termasuk pada genus *Pseudomonas*. Dari parameter pH ketiga variasi penambahan bakteri mampu mempertahankan kisaran pH optimal (7-8). Pada parameter BOD, variasi dengan penambahan isolat bakteri AW1 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 47,76%; mampu menurunkan kadar TSS sebesar 65,91% dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 46,55% dari kadar awal. Lumpur aktif dengan penambahan isolat bakteri AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 56,25% mampu menurunkan kadar TSS sebesar 70,30% dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 20,71% dari kadar awal. Dengan penambahan campuran isolat bakteri AW1 dan AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 50%; mampu menurunkan kadar TSS sebesar 61,27% dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 18,90%.

Kata kunci: Bakteri Indigenus, Lumpur Aktif, Limbah binatu, Fosfat

### **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan usaha *laundry* khususnya di Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta mengalami peningkatan sebesar 24% pada tahun 2001 hingga tahun 2002. Peningkatan ini dipengaruhi oleh jumlah permintaan yang semakin besar. Kepadatan penduduk mencapai 3.603 jiwa/KM<sup>2</sup> menjadi yang tertinggi di Kabupaten Sleman. Ketersediaan pemenuhan kebutuhan dan tidak kurang 23 Perguruan Tinggi kenamaan menjadi faktor pendukung meningkatnya kepadatan dari tahun ke tahun. Tidak dapat dipungkiri mahasiswa adalah konsumen utama usaha laundry (Kodoati, 2002).

Nasa Ajiarto Aji Asisten Program Kerjasama Pengelolaan Prasarana dan Sarana Perkotaan Antara Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul menjelaskan bahwa, jumlah *laundry* yang berizin khususnya di Kabupaten Sleman hanya berjumlah 96 usaha. *Laundry* yang mendapat izin akan mendapatkan pengawasan dari dinas setempat dan Badan Lingkungan Hidup (BLH) dalam penanganan limbah paska pencucian. Sementara itu, untuk *laundry* yang tidak berizin, selain menggunakan bahan deterjen yang mengandung bahan aditif, penanganan limbah paska pencucian pun sembarangan (Pramesti, 2012).

Limbah *laundry* juga menghasilkan detergen dengan kandungan pospat yang tinggi. Fosfat ini berasal dari Sodium *Tripolyphosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen (HERA, 2003). Kandungan fosfat yang tinggi dalam *effluent* limbah cair dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu tumbuhnya lumut dan *microalgae* yang berlebihan dalam badan air yang menerima limbah tersebut.

Dalam bukunya, Ginting (1995) mengatakan bahwa pengolahan limbah yang aman untuk lingkungan dapat dilakukan dengan proses biologi, yaitu menggunakan biota dalam pengolahan limbah. Pengolahan limbah dengan proses biologi dapat dilakukan dengan cara fitoremediasi, bioremediasi, dan zooremediasi. Teknologi pengolahan limbah yang saat ini mulai diterapkan adalah metode bioremediasi. Ewies dkk (1998) menerangkan bahwa bioremediasi merupakan aplikasi dari prinsip – prinsip proses biologi untuk mengolah air tanah, tanah, dan lumpur yang terkontaminasi zat- zat kimia berbahaya.

Tujuan akhir dari bioremediasi adalah meminimalisasi kontaminan, yaitu mengubah senyawa kimia berbahaya menjadi kurang berbahaya seperti karbon dioksida atau beberapa gas lain, senyawa organik, air, dan materi yang dibutuhkan oleh mikroba pendegradasi (Ewies dkk, 1998). Teknik bioremediasi yang biasanya dilakukan adalah dengan lumpur aktif. Menurut Herlambang dan Wahjono (1999), lumpur aktif (*activated sludge*) adalah proses pertumbuhan

mikroba tersuspensi. Proses pendegradasian pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4$ , dan sel biomassa baru. Proses ini menggunakan udara yang disalurkan melalui pompa blower (*diffused*) atau melalui aerasi mekanik.

Lumpur aktif sendiri dapat dibuat dengan cara memberikan aerasi ke suatu limbah cair dan diberikan tambahan nutrisi berupa sumber C, N dan P sebagai bahan baku dan energi untuk pertumbuhan sel (Benefield dkk, 1980). Oleh karena itu, di dalam penelitian ini dilakukan pengujian kemampuan dari bakteri yang terdapat pada limbah cair *laundry* menggunakan lumpur aktif untuk meremediasi limbah *laundry*.

## **METODE PENELITIAN**

### **ALAT DAN BAHAN**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah gelas pengaduk, desikator, gelas ukur 100 ml dan 500 ml, gelas beker, corong, tabung reaksi, *petridish*, erlenmeyer, mikro pipet, mikro tip, *shaker incubator* JSS1300C, *laminair air flow* ESCO, rak tabung reaksi, pinset, botol kaca, inkubator, mikroskop cahaya, autoklaf Hirayana Hiclave HVE50, *microwave* Panasonic, oven, pipet ukur dan pro-pipet, mikropipet, tip, jarum ose, jarum tusuk, trigalski, timbangan elektrik AL204, *hair dryer*, lampu spiritus, vortex 37600 Mixer Termolyne, TDS meter, pH meter, Spektrofotometer UV-Vis 1700, Spektrofotometer DR2010/ HACH, plastik *wrap*, karet, label, tabung Durham, aluminium *foil*, *tissue*, kertas payung, kertas saring, kapas, korek api, selang, aerator, dan toples kaca. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah sampel limbah cair *laundry*, lumpur sawah, akuades steril, alkohol 70%, medium Nutrient Agar, medium Nutrient Broth, larutan *AP Seed*, larutan *phenolphthalein*, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, larutan Amonium Molibdat, larutan *Stannous Chloride*, cat Gram A, cat Gram B, cat Gram C, cat Gram D, cat nigrosin,  $\text{H}_2\text{O}_2$  3%, larutan amilum 1%, medium glukosa cair, medium sukrosa cair, medium

laktosa cair, medium nitrat cair, medium hidrolisis pati, larutan *phenol red*, larutan  $\alpha$ -naphthalamine, asam sulfanilat, medium kasein, eter, larutan *Erlich*, akuades, urea, gula,

## TAHAP PELAKSANAAN

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu pengambilan sampel limbah *laundry* (SNI 6989.58, 2008), pembuatan medium pertumbuhan isolat bakteri (*Thermo Fischer Scientific*, 2015 dengan modifikasi) , isolasi bakteri dari limbah *laundry* (Barrow dan Feltham, 2003; Tortora, 2010). Uji kemurnian bakteri yang meliputi pengamatan morfologi koloni bakteri, uji morfologi sel (pengecatan gram) dan uji katalase (Cappucino dan Sherman, 2011). Uji sifat biokimia (Waluyo, 2010), serta dilakukan identifikasi bakteri menggunakan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*.

Kemudian dilakukan perbanyakan isolat bakteri (Hadioetomo, 1993 dengan modifikasi), pembuatan starter, serta pembuatan lumpur aktif (Sitanggang, 2008; Salib, 2003 dengan modifikasi). Toples kaca I diberi penambahan isolat AW1 sebanyak 4 tabung reaksi (masing-masing tabung reaksi berisi 10 ml), toples kaca ini sebagai perlakuan B1. Toples kaca II diberi penambahan isolat AW2 ditambahkan sebanyak 4 tabung reaksi, toples kaca ini sebagai perlakuan B2. Toples kaca III diberi penambahan isolat campuran sebanyak 4 tabung reaksi dengan dua tabung reaksi isolat AW1 dan dua tabung reaksi isolat AW2, toples kaca ini sebagai perlakuan B3. Setiap perlakuan dilakukan uji aktivitas degradasi setiap minggu selama 1 bulan.

Uji kemampuan isolat bakteri dalam degradasi limbah *laundry* meliputi pengukuran derajat keasaman ( SNI 06-6989.11-2004), pengukuran BOD (SNI 6989-72-2009), pengukuran zat padat tersuspensi (TSS) (APHA, 1992) dan pengukuran fosfat menggunakan metode biru molibdat (APHA, 1992).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Isolasi dan Pemurnian Bakteri Dominan

Dalam penelitian ini, bakteri dominan diisolasi secara langsung dari limbah *laundry* dengan metode seri pengenceran menggunakan akuades steril. Seri pengenceran dilakukan dari  $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}$ , sedangkan yang ditumbuhkan pada medium Nutrien Agar petri padat adalah  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$  secara *spread*. Berbagai bentuk dan jenis koloni bakteri yang tumbuh dari isolasi diamati. Penentuan bakteri dominan dilihat dari koloni yang seragam dalam hal bentuk, warna, dan tepi, dan jumlah koloni yang dihitung dengan menggunakan *hand counter*.

Berdasarkan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media Agar petri, pada pengenceran  $10^{-3}$  didapatkan jumlah koloni bakteri sebanyak 47. Dari 47 koloni bakteri yang tumbuh pada petri, diketahui bakteri dominan AW1 sebanyak 10 koloni sedangkan bakteri dominan AW2 sebanyak 30 koloni. Koloni bakteri dominan AW1 memiliki bentuk *circulair*, tepian *erose* dan elevasi *crateriform*. Koloni bakteri dominan AW1 berwarna putih kenuningan. Pada bakteri dominan AW2 memiliki bentuk *circulair*, tepian *entire*, elevasi *convex* dengan warna koloni putih pucat.

### B. Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Bakteri

Uji kaakterisasi dan kemurnian bakteri yang dilakukan meliputi pengamatan morfologi koloni pada medium petri agar, pengecatan Gram, uji motilitas, uji katalase dan uji biokimia yang meliputi uji fermentasi karbohidrat, pembentukan indol dan uji reduksi nitrat (Tabel 1).

Tabel 1. Karakterisasi Isolat Bakteri AW1 dan AW2 Dari Limbah *Laundry*

Paramater Uji			Isolat Bakteri	
			AW1	AW2
Morfologi Sel	Pengecatan Gram		+	-
	Bentuk Sel		Bulat	Bulat
Morfologi Koloni	Warna		Putih kekuningan	Kuning pucat
	Bentuk		Bulat	Bulat
	Tepian		<i>Erose</i>	<i>Entire</i>
	Motilitas		Motil	Motil
	Sifat Terhadap Udara		Aerob	Aerob
Uji Biokimia	Fermentasi Karbohidrat	Glukosa	+ (AG)	-
		Laktosa	+ (A)	-
		Sukrosa	+ (AG)	-
	Reduksi Nitrat		+	+
	Pembentukan Indol		+	+
	Katalase		+	+

Keterangan : (+) Positif; (-) Negatif; (AG) Asam dan Gas; (A) Asam

### C. Kualitas Limbah *Laundry*

Sebelum dilakukan remediasi terhadap limbah *laundry*, dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui beban cemaran yang terkandung pada limbah tersebut. Uji laboratorium tersebut meliputi TDS, PO<sub>4</sub>, BOD, suhu dan pH. Pengukuran parameter tersebut selain bertujuan untuk mengetahui kondisi awal dari limbah *laundry* sebelum dilakukan pengolahan limbah dengan lumpur aktif juga berfungsi sebagai pembanding dengan hasil akhir dari proses pengolahan dengan lumpur aktif. Adapun hasil uji terhadap limbah *laundry* sebelum dilakukan pengolahan limbah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Awal Limbah *Laundry*

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu Limbah <i>Laundry</i>
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	23,68	3*
TSS	mg/L	4175	50*
BOD	mg/L	4802	50*
pH		8,9	6,0 – 9,0*
Suhu	°C	29,1	± 3°C terhadap suhu udara*

Sumber : Peraturan Gubernur DIY No. 7 Tahun 2010 untuk kegiatan *laundry*

## D. Pengukuran Aktivitas Degradasi

### 1. Pengukuran Derajat Keasamaan (pH)

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui derajat keasaman dari limbah *laundry* sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan limbah dengan lumpur aktif. Hasil pengukuran pH yang dilakukan terhadap ke empat perlakuan (AW1, AW2, campuran dan kontrol) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 6. Kadar pH pada Limbah *Laundry*

Jenis Isolat Bakteri	Kadar pH			
	Awal	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2
AW1	8,9	7,30 <sup>ab</sup>	8,38 <sup>a</sup>	7,74 <sup>a</sup>
AW2		7,04 <sup>b</sup>	8,13 <sup>a</sup>	7,76 <sup>a</sup>
Campuran		7,04 <sup>b</sup>	8,15 <sup>a</sup>	7,70 <sup>a</sup>
Kontrol		7,23 <sup>b</sup>	8,25 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$

Seperti yang telah tersaji didalam Tabel 2, pada pengukuran awal sampel *laundry* memiliki kadar pH sebesar 8,9. Pada minggu ke-0 perlakuan dengan isolat bakteri AW1 memiliki pH 7,30; pada perlakuan isolat bakteri AW2 memiliki pH 7,04; perlakuan isolat bakteri campuran sebesar 7,04 dan pada kontrol memiliki pH sebesar 7,23. Pada minggu ke-1 pH dengan perlakuan isolat bakteri AW1 menjadi 8,38 dan pada minggu ke-2 menjadi 7,74. Pada perlakuan isolat bakteri AW2 di minggu ke-1 menjadi 8,13 dan pada minggu ke-2 menjadi 7,76. Pada perlakuan isolat bakteri isolat campuran pH menjadi 8,15 pada minggu ke-1 dan menjadi 7,70 pada minggu ke-2. Pada kontrol pH pada minggu ke-1 yakni sebesar 8,25 dan di minggu ke-2 menjadi 7,67.

Perubahan nilai pH selama proses pengolahan lumpur aktif secara aerobik merupakan akibat perubahan kandungan nitrogen, alkalinitas dan terutama proses



nitrifikasi. Pada proses nitrifikasi, nitrogen organik diubah menjadi nitrit yang selanjutnya diubah menjadi nitrat, dengan melibatkan mikroorganisme dalam kondisi aerobik.

## 2. Pengukuran Kadar BOD

Hasil pengukuran BOD yang dilakukan terhadap ke empat perlakuan (AW1, AW2, campuran dan kontrol ) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada Limbah *Laundry*

Jenis Isolat Bakteri	Kadar BOD (mg/L)			
	Awal	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2
AW1	4802	4466,67 <sup>a</sup>	2333,33 <sup>a</sup>	8533,33 <sup>a</sup>
AW2		4800,00 <sup>b</sup>	2100,00 <sup>ab</sup>	7000,00 <sup>a</sup>
Campuran		4533,33 <sup>ab</sup>	2266,67 <sup>b</sup>	7933,33 <sup>a</sup>
Kontrol		4733,33 <sup>ab</sup>	1933,33 <sup>b</sup>	7733,33 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$

Dari data yang tersaji pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa pada pengukuran awal sampel *laundry* memiliki kadar BOD sebesar 4802 mg/L. Pada perlakuan isolat bakteri AW1 memiliki kadar BOD sebesar 4466,67 mg/L pada minggu ke-0 kemudian mengalami penurunan menjadi 2333,33 mg/L di minggu ke-1 (penurunan sebesar 47,76%). Dengan perlakuan isolat bakteri AW2 pada minggu ke-0 memiliki kadar BOD sebesar 4800 mg/L dan kemudian mengalami penurunan menjadi 2100 mg/L di minggu ke 1 (penurunan sebesar 56,25%). Pada perlakuan isolat bakteri campuran pada minggu ke-0 memiliki kadar BOD sebesar 4533,33 mg/L dan menjadi 2266,67 mg/L di minggu ke-1 (penurunan sebesar 50%). Pada kontrol juga mengalami penurunan kadar BOD di minggu ke-1, yang semula sebesar 4733,33 mg/L di minggu ke-0 menjadi 1933,33 mg/L di minggu ke-1 (penurunan sebesar 59,15%).

Menurunnya kadar BOD tersebut menunjukkan bahwa oksigen yang diperlukan untuk merombak senyawa-senyawa organik toksik semakin sedikit. Dalam proses perombakan ini senyawa-senyawa organik diubah menjadi senyawa organik sederhana

seperti karbondioksida, air dan amonia. Bila zat organik dihilangkan dari larutan melalui pengolahan secara proses biologi menggunakan bakteri sebagai mikroorganisme, terjadi dua fenomena dasar sebagai berikut, oksigen dikonsumsi oleh bakteri untuk memperoleh energi, dan masa sel baru terbentuk. Kebutuhan oksigen tersebut dipenuhi melalui penggelembungan udara ke dalam limbah (proses aerasi). Mikroorganisme juga mengalami autooksidasi secara progresif dalam massa selularnya (Salimin, 1997).

Pada minggu ke dua, ke empat perlakuan (AW1, AW2, campuran dan kontrol) mengalami peningkatan kadar BOD yang cukup tinggi. Perlakuan isolat AW1 memiliki kadar BOD sebesar 2333,33 mg/L pada minggu ke-1; meningkat menjadi 8533,33 mg/L di minggu ke-2. Perlakuan isolat bakteri AW2 sebesar 2100 mg/L di minggu ke-1; menjadi 7000 mg/L di minggu ke-2. Perlakuan isolat bakteri campuran sebesar 2266,67 mg/L di minggu ke-1; menjadi 7933,33 mg/L di minggu ke-2. Serta pada kontrol memiliki kadar BOD sebesar 1933,33 mg/L di minggu ke-1; menjadi 7733,33 mg/L di minggu ke-2. Penyebab meningkatnya kandungan BOD didalam air limbah adalah meningkatnya kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah. Hal tersebut dapat terjadi bila bakteri pada wadah pengolahan limbah mengalami kematian, sehingga proses dekomposisi tidak berjalan dengan maksimal, selain kematian bakteri peningkatan akhir pada pengolahan limbah terjadi akibat berkembangnya sel baru bakteri yang berasal dari lumpur yang sifatnya anatagonis dengan isolat biakan. Sehingga sel baru tersebut justru akan menghambat kerja dari isolat bakteri biakan atau saling makan memakan (Akbar, 2013).

### **3. Pengukuran Total Padatan Tersuspensi (TSS)**

Hasil pengukuran TSS yang dilakukan terhadap ke empat perlakuan (AW1, AW2, campuran dan kontrol ) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar TSS (*Total Suspended Solid*) pada Limbah *Laundry*

Jenis Isolat Bakteri	Kadar TSS (mg/L)			
	Awal	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2
AW1	4175	2273,33 <sup>a</sup>	775,00 <sup>a</sup>	2026,67 <sup>a</sup>
AW2		3653,33 <sup>bc</sup>	1085,00 <sup>b</sup>	2090,00 <sup>a</sup>
Campuran		3126,67 <sup>b</sup>	1196,67 <sup>b</sup>	1783,33 <sup>a</sup>
Kontrol		4113,33 <sup>c</sup>	1880,00 <sup>c</sup>	2525,00 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$

Dari data yang tersaji pada Tabel 4, pada pengukuran awal sampel *laundry* memiliki kadar TSS sebesar 4175 mg/L. Pada perlakuan dengan isolat AW1 memiliki nilai TSS sebesar 2273,33 mg/l di minggu ke-0 dan menjadi 775 mg/l di minggu ke-1 (penurunan sebesar 65,91%). Pada perlakuan isolat bakteri AW2 di minggu ke-0 memiliki nilai TSS sebesar 3653,33 mg/l mengalami penurunan menjadi 1085 mg/l di minggu ke-1 (penurunan sebesar 70,30%). Perlakuan isolat bakteri campuran memiliki nilai TSS sebesar 3126,67 mg/l di minggu ke-0 dan mengalami penurunan di minggu ke-1 menjadi 1196,67 mg/l (penurunan sebesar 61,27%). Hal demikian juga terjadi pada kontrol, yakni memiliki nilai TSS sebesar 4113,33 mg/l di minggu ke-0 dan mengalami penurunan pada minggu ke-1 menjadi sebesar 1880 mg/l (penurunan sebesar 54,29%).

Dari besarnya penurunan yang terjadi pada keempat perlakuan dapat dikatakan bahwa perlakuan dengan isolat bakteri AW2 merupakan yang terbaik dalam menurunkan kadar TSS dalam pengolahan limbah *laundry* dengan metode lumpur aktif. Penurunan kadar TSS terjadi karena bahan organik mengalami degradasi pada saat proses hidrolisis. Selama proses hidrolisis, padatan tersuspensi berkurang karena telah berubah menjadi terlarut (Chotimah, 2010 dalam Paramita dkk, 2012). Menurut Alaerts dan Santika (1984), penurunan kadar TSS pada air limbah terjadi karena adanya penambahan bakteri ke dalam air sampel mampu menyerap (mengabsorpsi) bahan-bahan organik pada limbah *laundry* tersebut.

Setelah dilakukan pengujian kadar TSS pada minggu ke-2 (hari ke-14), diperoleh data yang memperlihatkan adanya peningkatan kadar TSS pada keempat perlakuan (Gambar 12). Perlakuan isolat bakteri AW1 memiliki kadar TSS sebesar 775 mg/l di minggu ke-1, dan mengalami peningkatan menjadi 2026,67 mg/l di minggu ke-2. Perlakuan isolat bakteri AW2 di minggu ke-1 memiliki kadar TSS sebesar 1085 mg/l, kemudian mengalami peningkatan di minggu ke-2 menjadi 2090 mg/l. Perlakuan isolat bakteri campuran memiliki kadar TSS sebesar 1196,67 mg/l pada minggu ke-1, kemudian juga mengalami peningkatan pada minggu ke-2 menjadi sebesar 1783,33 mg/l. Pada kontrol, juga mengalami peningkatan kadar TSS di minggu ke-2 menjadi sebesar 2525 mg/l yang semula pada minggu ke-1 sebesar 1880 mg/l.

Nilai TSS akan meningkat sejalan dengan meningkatnya bahan organik dalam air limbah, begitu juga sebaliknya semakin sedikit bahan organik maka semakin rendah pula nilai TSS dalam air limbah (Fieser, 1980). Naiknya kembali kadar TSS diakibatkan oleh restabilisasi pertikel koloid (penyebab kekeruhan air) akibat dosis yang berlebih. Dari pengolahan limbah yang telah dilakukan dengan metode lumpur aktif, perlakuan isolat bakteri AW2 merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan kadar TSS dengan penurunan sebesar 70,30% (hingga minggu ke-1). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan isolat bakteri AW2 dapat mengabsorpsi bahan organik yang terkandung dalam limbah *laundry*. Namun demikian, kadar TSS yang dapat diturunkan oleh isolat bakteri AW2 masih di atas baku mutu limbah cair untuk kegiatan *laundry* yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur No.7 tahun 2010 yakni 50 mg/l.

#### **4. Pengukuran Kadar Fosfat**

Hasil pengukuran kadar Fosfat yang dilakukan terhadap ke empat perlakuan (AW1, AW2, campuran dan kontrol ) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) pada Limbah *Laundry*

Jenis Isolat Bakteri	Kadar Fosfat (mg/L)			
	Awal	Minggu ke-0	Minggu ke-1	Minggu ke-2
AW1	23,68	18,41 <sup>a</sup>	9,84 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>
AW2		16,13 <sup>a</sup>	12,79 <sup>a</sup>	10,36 <sup>a</sup>
Campuran		16,25 <sup>a</sup>	13,18 <sup>a</sup>	11,21 <sup>a</sup>
Kontrol		21,87 <sup>a</sup>	15,47 <sup>a</sup>	11,97 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan adanya tidak ada beda nyata pada  $\alpha = 0,05$

Pada Tabel 5 didapatkan hasil, pada pengukuran awal sampel *laundry* memiliki kadar fosfat sebesar 23,68 mg/L. Perlakuan dengan penambahan isolat bakteri AW1 memiliki kadar fosfat sebesar 18,41 mg/l (minggu ke-0) kemudian mengalami penurunan menjadi 9,84 mg/l (penurunan sebesar 46,55%) (minggu ke-1), dan kembali menurun pada minggu ke-2 yakni menjadi 8,50 mg/l. Perlakuan penambahan isolat bakteri AW2 memiliki kadar fosfat sebesar 16,13 mg/l pada minggu ke-0, mengalami penurunan pada minggu ke-1 menjadi 12,79 mg/l (penurunan sebesar 20,71%) dan mengalami penurunan kembali pada minggu ke-2 menjadi 10,36 mg/l. Perlakuan penambahan isolat bakteri campuran memiliki kadar fosfat sebesar 16,25 mg/l pada minggu ke-0, kemudian mengalami penurunan pada minggu ke-1 menjadi 13,18 mg/l (penurunan sebesar 18,90%) dan di minggu ke-2 kembali mengalami penurunan menjadi 11,21 mg/l. Pada kontrol, kadar fosfat awal sebesar 21,87 mg/l, pada minggu ke-1 mengalami penurunan menjadi 15,47 mg/l (penurunan sebesar 29,26%) dan pada minggu ke-2 kembali mengalami penurunan menjadi 11,97 mg/l.

Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase dan enzim fitase (Alexander, 1997). Menurut Joner, dkk (2000), fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase diekskresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme. Joong, dkk (2000) dalam Pujaningsih (2004) menerangkan bahwa enzim

fitase adalah enzim yang menghidrolisis asam fitat menjadi mio-inositol dan fosfat anorganik, kemudian mio-inositol fosfat dipecah lebih lanjut menjadi monofosfat.

Dapat dilihat bahwa tidak terdapat beda nyata antarperlakuan terhadap penurunan kadar fosfat, sehingga baik perlakuan AW1, AW2 dan campuran memiliki kemampuan yang sama dalam mengakumulasi fosfat (Tabel 5). Akan tetapi, kadar yang diperoleh masih di atas baku mutu limbah cair untuk kegiatan *laundry* yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur No.7 tahun 2010 yakni 3 mg/l.

Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa perlakuan dengan penambahan isolat bakteri AW2 memiliki kemampuan terbaik dalam mendegradasi limbah *laundry*. Isolat bakteri AW2 diperkirakan masuk kedalam genus *Pseudomonas*. Berbagai *strain* anggota genus tersebut memiliki keunggulan metabolik, sehingga dapat digunakan dalam bioremediasi berbagai pencemar di lingkungan khususnya berperan sangat penting dalam biodegradasi dan mereduksi toksisitas limbah deterjen (Suhardjono, 2010 dalam Litaay, 2013).

Menurut Rajasa (2010), metabolisme organisme menunjukkan pemanfaatan fosfat sebagai sumber nutrisi di lingkungan sehingga terjadi penurunan kadar fosfat. Seperti halnya menurut Pelczar (1988), fosfor yang (garam-garam fosfat) merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan mikrobial untuk pertumbuhan dan fungsinya yang normal. Litaay (2013) menerangkan bahwa fosfat yang melimpah dalam limbah cair dimanfaatkan langsung oleh *Pseudomonas*. Proses metabolisme *Pseudomonas* menunjukkan kemampuan dalam melarutkan dan memanfaatkan fosfat yang tersedia di alam.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian pemanfaatan bakteri indigenus dalam remediasi limbah cair *laundry* dengan media lumpur aktif yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Isolat bakteri yang ditemukan dominan pada limbah cair *laundry* adalah isolat bakteri AW1 diperkirakan dari genus *Enterobacter* dan isolat bakteri AW2 diperkirakan dari genus *Pseudomonas*.
2. Lumpur aktif dengan penambahan isolat bakteri AW1 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 47,76%; menurunkan kadar TSS sebesar 65,91% dan menurunkan kadar fosfat sebesar 46,55%. Dengan penambahan isolat bakteri AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 56,25% menurunkan kadar TSS sebesar 70,30% dan menurunkan kadar fosfat sebesar 20,71% dari kadar awal. Dengan penambahan campuran isolat bakteri AW1 dan AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 50%; mampu menurunkan kadar TSS sebesar 61,27% dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 18,90% hingga minggu ke-1 (waktu optimal pengolahan limbah).
3. Berdasarkan persentase (%) penurunan kadar BOD, TSS dan fosfat, isolat bakteri AW2 cenderung lebih baik dalam meremediasi limbah *laundry*.

### **SARAN**

Saran yang perlu diberikan setelah melihat dan membaca hasil penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui rasio makanan untuk bakteri agar dapat berkembang dengan optimal di dalam lumpur aktif.
2. Perlu dilakukan penambahan jumlah mikrobial isolat AW1 dan isolat AW2 dalam meremediasi limbah *laundry* hingga kadar BOD, TSS, TDS, pH dan fosfat sesuai dengan baku mutu limbah *laundry*.
3. Perlu memodifikasi metode pengolahan limbah *laundry* tidak hanya menggunakan satu metode, tapi bisa juga ditambahkan dengan metode fitoremediasi sehingga hasil akhir pengolahan limbah juga dapat menjernihkan air limbahnya.

4. Perlu diukur kadar nitrat dan nitrit selama proses pengolahan limbah.
5. Perlu penambahan waktu dalam pengolahan limbah, sebaiknya 3 – 4 minggu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, T.A.E., 2013. Efektivitas Sistem Pengolahan Limbah Cair dan Keluhan Kesehatan Pada Petugas IPAL di RSUD DR. M SOEWANDHI Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 1(2) : 86.
- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Alexander, M. 1977. *Introduction to soil microbiology*. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- APHA., 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom sediment and Sludges*. 12-th ed. Amer. Publ. Health Association Inc., New York.
- Benfield, L.D., Randall, C. W. 1980. *Biological Proses Design for Wastewater Treatment*. Prentice Hall Inc Engewood, USA.
- Cappuccino, J. G., dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual* 9<sup>th</sup> edition. Pearson Benjamin Cumming, San Fransisco.
- Chotimah, S.N. 2010. *Pembuatan Biogas dari Limbah Makanan dengan Variasi dan Suhu Substrat dalam Biodigester Anaerob*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ewies, J. B., Ergas, S. J., Chang, D. P. V. dan Schroeder, E. D. 1998. *Bioremediation principles*. Mc Graw-Hill, New York.
- Fieser. 1980. *Introduction to Organic Chemistry*. Maruzen Company Ltd, Tokyo.
- Ginting, P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia, Jakarta.
- Hera. 2003. *Sodium Tripolyphosphate*. Human & Environmental Risk Assessment on Ingredients of European Household Cleaning Products, London.
- Herlambang, A., dan Wahjono, H.D. 1999. *Teknologi Pengolahan Limbah Tekstil dengan Sistem Lumpur Aktif*. Direktorat Teknologi Lingkungan, Jakarta.
- Joong, K.Y., Liavoga, A., dan Bagarogo, K. 2000. *Characterizing of Phytase Fombran of Various Wheat Cultivars*. American Ass.J. of Cereal Chemist, Inc, New York.



- Kodoatie, R. . 2002. *Pengelolaan sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Litaay, G.W. 2013. Kemampuan *Pseudomonas aeruginosa* Dalam Menurunkan Kandungan Fosfat Limbah Cair Rumah Sakit. *Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Pelczar, M. J., dan Chan, E. C. S. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Erlangga, Jakarta.
- Pramesti, O. 2012. Jasa Laundry Picu Pencemaran Limbah B3. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2012/04/jasa-laundry-picu-pencemaran-limbah-b3>. Diakses pada 19 Agustus 2015.
- Rajasa, G. 2010. Pemanfaatan Biofilm Mikrobentos Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Deterjen Laundry. *Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Salimin, Z. 1997. Evaporasi Limbah Radioaktif Cair Yang Mengandung Deterjen Dengan Antibuih Minyak Silikon. Dalam : *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Teknologi Pengolahan Limbah I*. 10-11 Desember 1997, Serpong.
- Sitanggang, B. 2008. Kemampuan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Meremediasi Limbah Pabrik Batik Tulis PT.'X' Yogyakarta. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- SNI 06-6989.11. 2004. *Metode Pengukuran Derajat Keasaman Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 06-6989.23. 2005. *Metode Pengukuran Suhu Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 06-6989.58. 2008. *Metoda Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Suhardjono. 2010. Pemberdayaan Komunitas *Pseudomonas* Untuk Bioremediasi Ekosistem Air Sungai Tercemar Limbah Deterjen. Dalam *Seminar Nasional Biologi*. 9 Oktober 2001, Jakarta.
- Thermo Fisher Scientific. 2015 a. Nutrient Agar. <http://www.oxoid.com/uk/blue/proddetail/proddetail.asp?pr=CM0309&org=107&c=uk&lang=en> .Diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- Thermo Fisher Scientific. 2015 b. Nutrient Broth. [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0001&cat=&sec=1&c=uk&lang=en](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0001&cat=&sec=1&c=uk&lang=en). Diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- Waluyo, L. 2010. *Teknik dan Metode dasar Dalam Mikrobiologi*. UMM Press, Malang.